

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 778 355 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
11.06.1997 Patentblatt 1997/24

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **C22C 37/06**, C22C 37/00

(21) Anmeldenummer: 96117272.3

(22) Anmeldetag: 28.10.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL SE

(30) Priorität: 07.12.1995 DE 19545611

(71) Anmelder: **MERCEDES-BENZ AG**  
70327 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:  
• **Porkert, Joachim**  
73230 Kirchheim (DE)  
• **Lotz, Wolfgang, Dr.**  
70734 Fellbach (DE)

### (54) Optimierte Lamellen-Graugusslegierung für Bremsscheiben von Nutzfahrzeug

(57) Die Erfindung betrifft eine Legierung für Lamellen-Grauguß zum Gießen von Rohlingen von Bremsscheiben, mit folgender Zusammensetzung:

Kohlenstoff:	3,65 bis 3,95%, vorzugsweise etwa 3,85%,
Chrom:	0,20 bis 0,40%, vorzugsweise etwa 0,30%,
Silizium:	1,80 bis 2,20%,
Mangan:	0,60 bis 0,80%,
Kupfer:	0,30 bis 0,50%,
Niob:	0,20 bis 0,80%, vorzugsweise etwa 0,38 bis 0,45%,

Rest Eisen, Spuren anderer Legierungsmetalle und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen wie Phosphor oder Schwefel, wobei auch noch anderer Gußlegierungsmetalle wie Vanadium, Nickel, Zinn, Molybdän, Antimon u.dgl. jeweils mit einem Gehalt von 0,01 bis 0,06 Gew.-% enthalten sein dürfen. Die Legierung ist für die Verwendung als Gußwerkstoff von Bremsscheiben optimiert. Die Zugfestigkeit, die Verschleißfestigkeit und die Brandrißbeständigkeit der daraus gegossenen Bremsscheiben ergeben eine sehr hohe Standzeit der Bremsscheiben, so daß diese auch in Nutzfahrzeugen eingesetzt werden können.

EP 0 778 355 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Lamellen-Graugußlegierung für Bremsscheiben.

Bei Personenkraftwagen (Pkw) sind heute teilbeaufschlagte Scheibenbremsen mit Bremsscheiben aus Grauguß zumindest an den Vorderrädern allgemein üblich. Die hierfür eingesetzten Graugußlegierungen sind im Hinblick auf Komfort-Gesichtspunkte, z.B. Quietsch- und Rubbelfreiheit optimiert, weil diese Aspekte im Pkw-Bereich dominieren. Die Lebensdauererwartungen der Bremsscheiben werden durch die eingesetzten Legierungen in diesem Anwendungsbereich ohne weiteres erfüllt.

Im Bereich der gegenüber Personenkraftwagen um ein vielfaches schwereren Nutzfahrzeuge (Nfz), insbesondere bei Fernlastwagen oder Baustellenfahrzeugen, sind die Lebensdauererwartungen jedoch wesentlich höher als im Pkw-Bereich. Hier wird eine Lebensdauer im Bereich von mehreren Hunderttausend Kilometern für eine Bremsstrommel vor einer erforderlich werdenden Erneuerung erwartet. Die Betriebsbremsen der Nutzfahrzeuge sind daher in aller Regel als Trommelbremsen mit einem im Vergleich zu Scheibenbremsen wesentlich geringeren spezifischen Beanspruchungsniveau ausgebildet. Da Scheibenbremsen verschiedene Vorteile gegenüber Trommelbremsen bieten, werden Scheibenbremsen neuerdings auch im Nutzfahrzeugbau eingeführt. Würde man die Legierung der ebenfalls aus Grauguß bestehenden Nfz-Bremstrommeln verwenden wollen, um daraus Bremsscheiben für Nfz-Scheibenbremsen gießen zu wollen, so könnte man damit aufgrund des höheren Beanspruchungsniveaus die für Bremsscheiben bestehenden Lebensdauererwartungen nicht erfüllen. Außerdem würde aufgrund der wesentlich höheren thermischen Beanspruchung von Bremsscheiben gegenüber Bremsstrommeln sich bei einem Einsatz der Trommel-Legierung für Bremsscheiben auch relativ früh sog. Brandrisse einstellen. Brandrisse sind radial in der Bremsfläche verlaufende, durch wiederholte hohe Temperaturbeanspruchung und anschließende Abkühlung initiierte Risse, die zunächst, d.h. bei geringer Anzahl und/oder Ausdehnung der Risse noch harmlos sind. Mit anhaltender Beanspruchung nehmen die Brandrisse zahlenmäßig zu, bestehende Brandrisse verbinden sich mit anderen und dehnen sich radial aus; so erreichen sie irgendwann den äußeren Scheibenrand. Würde man nicht spätestens dann die Bremsscheibe erneuern, würde die Gefahr eines Oberflächen Ausbruches aus der Bremsfläche oder gar des kompletten Scheibenbruches bestehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine im Hinblick auf höhere Standzeiten und reduzierte Brandrißbildung optimierte Lamellen-Graugußlegierung für Bremsscheiben anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gesamtheit der Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Graugußlegierung handelt es sich um einen hochgekohten übereutektischen Eisenbasiswerkstoff. Ohne die anderen Legierungspartner, insbesondere Niob würde sich bei den hohen Kohlenstoff- und Siliziumgehalten ein weiches Grundgefüge mit einer unzureichenden Festigkeit und Härte ergeben. Jedoch ist der hohe Kohlenstoff- und Siliziumgehalt ursächlich für eine gute Wärmeleitfähigkeit des Gußwerkstoffes, die ihrerseits wiederum ursächlich für die Reduzierung der Brandrißentstehung ist. Hervorzuheben ist, daß der relativ hohe Kohlenstoffgehalt u.a. mit einem bestimmten, mäßigen Niobgehalt gepaart ist. Dadurch entsteht trotz des hohen Kohlenstoff- und Siliziumgehaltes ein vollständiges und vor allem feinlamellares, perlitisches Grundgefüge. Letzteres ist wesentlich für die hohe Zugfestigkeit und Härte. Je nach Wandstärke der Bremsscheibe - bei geringeren Wanddicken weniger, bei größeren Wanddicken mehr - soll der Siliziumgehalt so eingestellt werden, daß sich eine Brinellhärte von etwa 150 bis 190 HB ergibt und daß die Zugfestigkeit im Bereich von 15 bis 18 N/mm<sup>2</sup> liegt. In dem feinperlitischen Grundgefüge sind die Niob-Karbid e gleichmäßig verteilt eingelagert, die den Verschleiß beim Bremsvorgang vermindern. Gleichwohl ergibt sich eine ausreichend gute Bearbeitbarkeit der im Grundgefüge feinperlitischen Gußlegierung. Die im Anspruch erwähnten Legierungspartner bzw. -gehalte bewirken im Zusammengehen miteinander eine gegenüber herkömmlichen Bremsscheiben-Legierungen in Lamellengrauguß höhere Zugfestigkeit, eine erhöhte Verschleißbeständigkeit und eine ebenfalls erhöhte Brandrißbeständigkeit.

Für den Einsatz als Bremsscheibe ist es wichtig, daß der in dem Gußgefüge eingelagerte Graphitkohlenstoff darin in Lamellenform abgeschieden ist, weil der in Lamellenform eingelagerte Graphit für die tribologische Beanspruchung der Bremsscheibe wesentlich günstiger ist als es ein in Kugelform abgeschiedener Graphit wäre. Ein sphärolitischer Grauguß wäre also - übrigens auch wegen erhöhter Brandrißgefahr - für eine Bremsscheibe nicht geeignet, obwohl diese Graugußart höhere Zugfestigkeit und - zumindest in bainitisiertem Zustand - auch eine hohe Verschleißfestigkeit im Vergleich mit Lamellen-Grauguß hat. Veröffentlichungen über Legierungen von sphärolitischem Grauguß bieten daher für den vorliegenden Einsatzfall und die Standzeitproblematik dem Fachmann ebenso wenig Anregungen oder Hilfe für eine Problemlösung wie Veröffentlichungen über Legierungen von Pkw-Bremsscheiben-Legierungen oder von Trommelbrems-Legierungen.

Nachfolgend sei zu Erläuterung der Erfindung von einem ausgeführten Beispiel berichtet. Es wurde eine innenbelüftete Bremsscheibe in Hutforn zum Einbau in ein Nutzfahrzeug mit 40 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht gegossen. Der von Kreislaufmaterial befreite Scheiben-Rohling wog etwa 42 kg. Der Außendurchmesser des Scheibenrohlings betrug etwa 450 mm. Die Einzelwände im Scheibenbereich waren beim Gußrohling etwa 20 mm dick; die Gesamtstärke im Scheibenbereich war beim Gußrohling etwa 55 mm. Die verwendete Legierung enthielt außer Eisen sowie Spuren von nicht angegebenen Legierungsmetallen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen wie Phosphor oder

Schwefel - in Gewichtsprozent:

Kohlenstoff:	3,85%,
Chrom:	0,30%,
Silizium:	2,00%,
Mangan:	0,75%,
Kupfer:	0,40%,
Vanadium:	0,050%
Niob:	0,38%.

Die Legierung wurde in einem Elektroofen als Versuchsofen erschmolzen. Ergänzend sei jedoch gleich erwähnt, daß aufgrund der bisher gewonnenen Erfahrungen ein Legieren in der Gießpfanne möglich ist; somit kann auch mit anderen Öfen gearbeitet werden. Nach der Niob-Zugabe in den Elektroofen wurde dieser etwa 25 Minuten lang bei erhöhter Temperatur (1550°C) betrieben und dadurch das Niob in Lösung gebracht. An Impfmittel wurden 0,2 % Sb<sub>5</sub> sowie 0,5 kg Impfkohle in Granulatform zugegeben. Die Zugfestigkeit der mit der angegebenen Legierung abgegossenen Probekörper lag bei 17 N/mm<sup>2</sup>. Kurzzeit-Verschleißversuche auf dem Bensenprüfstand mit aus der angegebenen Legierung hergestellten Bremsscheiben haben ergeben, daß die Bremsscheibe mindestens eine achtfache Lebensdauer gegenüber den Belägen der Bremsklötze erwarten läßt.

#### Patentansprüche

1. Legierung für Lamellen-Grauguß zum Gießen von Rohlingen von Bremsscheiben, mit folgender Zusammensetzung - Angaben in Gewichtsprozent:

Kohlenstoff:	3,65 bis 3,95%, vorzugsweise etwa 3,85%,
Chrom:	0,20 bis 0,40%, vorzugsweise etwa 0,30%,
Silizium:	1,80 bis 2,20%,
Mangan:	0,60 bis 0,80%,
Kupfer:	0,30 bis 0,50%,
Niob:	0,20 bis 0,80%, vorzugsweise etwa 0,38 bis 0,45%,

Rest Eisen, Spuren anderer Legierungsmetalle und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen wie Phosphor oder Schwefel.

2. Legierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß anderer Gußlegierungsmetalle wie Vanadium, Nickel, Zinn, Molybdän, Antimon u.dgl. jeweils mit einem Gehalt von 0,01 bis 0,06 Gew.-% enthalten sein dürfen, wobei der Gesamtgehalt dieser zusätzlichen Legierungsmetalle zusammen nicht höher als etwa 0,3 Gew.-% liegen darf.
3. Verwendung der Legierung nach Anspruch 1 oder 2 zum Gießen von Rohlingen von Bremsscheiben von Nutzfahrzeugen.



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 7272

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 279 300 A (SCHWÄBISCHE HÜTTENWERKE GMBH) * das ganze Dokument *	1-3	C22C37/06 C22C37/00
A	EP 0 080 590 A (GOETZE AG) * Ansprüche 1-6 *	1,2	
A	WO 94 10354 A (COFAP-COMPANHIA FABRICADORA DE PECAS) * das ganze Dokument *	1,2	
A	FR 2 274 703 A (GOETZWERKE FRIEDRICH GOETZE AG) * Ansprüche 1-6 *	1,2	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1, no. 123 (C-344), 8.Mai 1986 & JP 60 248864 A (KUSAKA REAMETARU KENKYUSHO K.K.), 9.Dezember 1985, * Zusammenfassung *	1-3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 377 (C-748), 15.August 1990 & JP 02 138438 A (NISSAN MOTOR CO.LTD.), 28.Mai 1990, * Zusammenfassung *	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7.Februar 1997	Prüfer Lippens, M
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1500 01/82 (P/ACC)